Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg.
Direktor: Professor Dr. M. Kappis.

Die kolloidchemische Entstehung des Kotsteines im Appendix.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der Hohen Medizinischen Fakultät
der Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Waldemar Wolter
aus Schmalnau / Rhön.

Würzburg
C. J. Becker Universitäts-Druckerei
1938.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg.

Referent: **Professor Dr. Seifert.**

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit
gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549822_0103

Durch das Aufkommen der kolloidchemischen Wissenschaft hat die Steinbildung der Harn- und Gallenwege in ihrer Genese in den letzten Jahren eine mächtige Förderung erfahren. Wenigstens das Wachsen der Steine ist uns näher gebracht worden, während vielleicht die Ursachen der elementarsten Steinkernbildung unklar geblieben sind. Jedenfalls ist man sich einig, daß bei Steinbildungen weder allein anorganische noch allein organische Substanzen den Aufbau bewerkstelligen, daß vielmehr ein Zusammentreffen und ein Zusammenwirken von organischem Gerüst und Einlagerung der Mineralien in gleich hervorragender Weise am Wachsen der Steine beteiligt sind (Schade), während die Besonderheiten der Kristallisation in Gallerten und mechanische Verhältnisse ihr übriges tun um jene Neuformen hervorzubringen, welche uns die tägliche klinische Beobachtung vor Augen führt. Die Kotsteinbildung pflegt in diese Gedankenreihe durchweg jedoch nicht einbezogen zu werden (siehe jedoch Schade und Tobler).

Der Grund ist nicht so leicht einzusehen, wahrscheinlich hat man nicht gewagt die Verhältnisse in Urin und Galle, wo die Ausfällung eines Steines aus einer Flüssigkeit das Wesentliche schien auf den Darm zu übertragen, obwohl man es doch wenigstens in den in Frage kommenden Dünndarmabschnitten auch mit einer „Flüssigkeit" zu tun hat. Allerdings erscheinen die Bedingungen im Darm viel unübersichtlicher. Steinbildung im Dünndarm ist selten. Bekanntlich beginnt die Eindickung des Kotes im Dickdarm, dort finden sich auch Kotsteine, besonders jedoch am Übergang vom Dickdarm zum Dünndarm und hier erscheint wieder der Wurmfortsatz besonders bevorzugt

Bei den Darmsteinen begegnen wir allerdings der Schwierigkeit, daß der Begriff „Kotstein" kein scharf umrissener ist. Geformter Kot wird von vielen Autoren in allzu unklarer Weise als Kotstein angesprochen. Gegen die Vermengung dieser Begriffe hat Rheindorf mit voller Schärfe Stellung genommen. Wir folgen seiner Darstellung und werden nur jene Gebilde als Stein bezeichnen und anerkennen, welche 1. Härte (Wasserentziehung, Kalkeinlagerung), 2. Schichtung (Zeichen

von Wachstum) aufweisen[1]). Nur durch diese Formulierung entgehen wir der Gefahr, daß geformter Kot, bisweilen als weicher Stein bezeichnet, vermengt wird mit der echten Kotsteinbildung, welche ganz anderen Gesetzen folgt.

Mögen nun auch bei allen Steinbildungen in den Gallen- und Nierenwegen kolloidchemische Gesetze eine entscheidende Rolle spielen, so steht doch außer Zweifel, daß Entzündungszustände und mechanische Abflußbehinderungen zum mindesten eine begünstigende Wirkung ausüben. Auch bei der Bildung von Kotsteinen müssen wir mit derartigen Veränderungen rechnen, und es soll zunächst dargelegt werden, ob nach den vorhandenen Beobachtungen mit besonderen mechanischen Verhältnissen gerechnet werden muß.

Für die Kotsteinbildung im Wurmfortsatz hat vor allem die Gerlachsche Klappe im Schrifttum eine Bedeutung gespielt. Neben Gerlach waren besonders Volz, Bierhoff und Andere Anhänger dieser Auffassung. Die Bedeutung der Gerlachschen Klappe als mechanisch wirkender Faktor bei der Kotsteinentstehung wird heute jedoch allgemein abgelehnt. Man kam mehr und mehr zu der Anschauung, daß die Steinbildung in der Appendix selbst zu suchen sei. Die heutigen Anschauungen stellen fast durchweg eine mechanische dispositionelle Ursache in den Vordergrund.

Aschoff glaubt die „physiologische Kotstauung", bedingt durch die physiologischen Krümmungen des Wurmfortsatzes, als steinbildende Ursache in den Vordergrund schieben zu müssen. Echte Kotsteine können sich nach ihm nur dann bilden, wenn Kot im Wurmfortsatz zurückgehalten sei. Er sagt: „Eine Appendizitis und eine irgendwie bedingte Zurückhaltung von Kot ist die Voraussetzung für die Bildung eines Kotsteines." Trotz Oxydasereaktion, Untersuchung der Bakterienbesiedlung und der Schleimhülle von Kotsteinen konnte er zu keinem sicheren Ergebnis über die Steinentstehung kommen.

Cohn, Rössle, Westphal und Andere untersuchten nun die Bewegungsfunktionen der Appendix röntgenologisch und kamen übereinstimmend zu dem Ergebnis, daß in der Mehrzahl der Fälle tatsächlich ein längeres Verweilen des Röntgenbreies in den distalen Abschnitten festzustellen war. Besonders Rössle und Westphal behaupten jedoch auf Grund ihrer röntgenologischen Untersuchungen, daß die physiologischen Biegungen und

[1]) Rheindorf nimmt als 3. Punkt noch die Größe hinzu. Unseres Erachtens spielt jedoch die Größe bei weitem nicht die Rolle wie die Schichtung.

Knickungen Aschoffs durch die Peristaltik in den allermeisten Fällen aufgehoben werden. Sie können also nicht für eine Kotretention und Kotstauung maßgebend sein. Demzufolge können sie bei der Kotsteinentstehung nicht die maßgebende Ursache spielen.

Auch Rössle spricht in der Hauptsache mechanischen Faktoren bei der Kotsteinbildung das Wort, indem er nur in der Kotstagnation, die bei ihm nur durch „Insuffizienz der Muskulatur" entsteht, den Grund für die Steinbildung sieht. Nach seiner Ansicht bestehe bei der Appendix eine regelmäßige Selbstreinigung, die durch regelrechte Arbeit seiner Muskulatur und seines Nervensystems aufrechterhalten würde. Bei ihm spielt also „Lage und Form" der Appendix keine überragende Rolle, während diese von ihm selbst geprägte Selbstreinigung in der Hauptsache von einer „unversehrten Funktion des Nerven- und Muskelapparates" abhängig ist. Mit Rössle einig bezüglich der Aufhebung der physiologischen Biegungen und Knickungen gehen Westphal und Schmidtlein. Sie konnten ebenfalls wie Rössle an Hand von Röntgenbildern ein längeres Verweilen des Kontrastbreies im distalen Abschnitt der Appendix in der Mehrzahl der Fälle feststellen, glauben aber dies, im Gegensatz zu Rössle, teils auf einen lokalen Mündungsspasmus, teils auf eine hypertonische bzw. hypotonische Appendixstauung zurückführen zu müssen. Westphal stellt sich den Vorgang ungefähr so vor, daß von dem zurückgehaltenen Kot „Wasser, Jonen und weitere resorbierbare Bestandteile" aufgesaugt werden, dadurch entstehe der erste Beginn des Kotsteines.

Eine ähnliche Ansicht über die Entstehung von Kotsteinen äußert Sprengel. Er glaubt die Steinentstehung darauf zurückführen zu müssen, daß sich der Wurmfortsatz bei bestimmten Zusammenziehungsvorgängen mit Kot fülle. Bei breiiger Konsistenz des Kotes könne ein Rest zurückbleiben, der durch Wasserresorption eingedickt werde. Die Form der Kotsteine sei durch die Peristaltik des Wurmfortsatzes bedingt, während das Wachstum durch Anlagerung von abgesondertem Schleim entstehe.

Esau bezeichnet den Kotstein nur als „steinähnliches Gebilde von runder oder meist länglicher Form" gebildet aus eingedicktem oder ausgetrocknetem Kot; deshalb lasse der Stein sich leicht zerdrücken oder zerreiben. Die ihm eigentümliche Form habe der Stein durch längere Appendixperistaltik bekommen. Die Ursache der Bildung des Kotsteines will Esau darin erblicken, daß die Austreibung des Darminhaltes

verhindert oder verzögert sei durch mechanische, entzündliche oder spastische Momente. Er legt also bei der Kotsteinbildung den Hauptwert auf eine mechanische Komponente, die eine Kotretention herbeiführt. Offenbar gehören jedoch diese Kotbrocken nicht zu den Gebilden, welche wir im Anfang näher umrissen haben.

Man sieht jedoch allerseits das Bestreben allgemein die mechanische Kraft als allein entscheidend für die Kotsteinentstehung in den Vordergrund zu stellen.

Unseres Erachtens ist auch tatsächlich die mechanische Ursache für den Beginn der Kotsteinentstehung nicht von der Hand zu weisen, wenn auch dieser Punkt für die Steinentstehung nur eine untergeordnete Rolle spielt. Der allererste Beginn mag vielleicht durch Appendixstauung hervorgerufen werden, aber für den weiteren Aufbau des Steines kann nur kolloidchemisches Geschehen und Wirken verantwortlich gemacht werden, ebenso wie bei den anderen Konkrementen der Gallen- und Harnwege.

Bei den Gallen- und Nierensteinen stellt ebenfalls ein Grundproblem dar: wie kommt es zur ersten Steinanlage, mit anderen Worten, wie entsteht der Kern?

Auf Grund des anatomischen Baues des Wurmfortsatzes ist es leicht möglich, daß sich irgendwelche verschluckte Fremdkörper im Lumen der Appendix verfangen und dort zeitweise zurückgehalten werden. Es ist deshalb nicht zu verwundern, wenn der verschluckte Fremdkörper sowohl im Volksmunde als auch in der Wissenschaft als Kernbildner bei der Kotsteinentstehung angesprochen wird.

Tobler stellte die Mehrzahl der bis 1927 gefundenen Fremdkörper zusammen, auch im neueren Schrifttum sind solche aller Art beschrieben worden. Es zeigt sich, daß unter Berücksichtigung der Zahl der untersuchten Wurmfortsätze Fremdkörper relativ selten in der Appendix gefunden werden und daß äußerst selten ein Fremdkörper mit einem Kotstein in Zusammenhang gebracht werden kann.

So sind unter anderen Sprengel, wie auch Ramstedt der Ansicht, daß sehr wohl Fremdkörper wie Pflanzenfasern, Haare, Parasiteneier oder ein kleiner Fruchtkern im Innern des Kotkernes zu finden seien, schränken aber die Gültigkeit ihrer Meinung schon dadurch ein, indem sie behaupten, daß dies ein höchst seltenes Vorkommnis sei.

Nach Ramstedt handelt es sich auch in diesen Fällen nicht um echte Kotsteine etwa im Sinne Rheindorfs, sondern ledig-

lich um angelagerten eingedickten Kot; denn die sogenannten Fremdkörpersteine seien fast durchweg leicht zerdrückbar.

Wenn man nun das Schrifttum, das sich ja nur aus Einzelfällen zusammensetzt, durchsieht, so trifft man hier und da auf eine Mitteilung, daß im Zentrum des Kotkernes ein Fremdkörper gefunden worden sei, wenn wir vorläufig von dem Berichte Picks und Neumanns absehen. Darauf werden wir später zurückkommen.

So kann z. B. Pleuger von einem Falle berichten in dem sich um eine Knopfnadel ein Kotstein gebildet haben soll, Esau von einem Stein mit zwei Borsten, beschreibt aber gleichzeitig zwei Fälle, in denen neben Kotsteinen freie Borsten im Lumen der Appendix zu finden waren. Diese Fälle ließen sich beschränkt vermehren. Man könnte dadurch fast auf den Gedanken kommen, daß es sich in den Fällen von den sogenannten Fremdkörpersteinen schließlich um einen Zufallsbefund handelt. Konnte doch Esau von einem Falle berichten, in dem ein Fremdkörper $^1/_4$ Jahr im Appendixlumen gelegen war ohne irgendwelche Kotanlagerung oder Steinbildung zu verursachen, Zorn sogar von einem Falle, in dem ein Emaillestückchen 22 Jahre im Wurmfortsatz lag und er keine Anzeichen von Steinbildung feststellen konnte. Trotz langer Verweildauer, trotz des chronischen Reizes und der dadurch bedingten übermäßigen Schleimbildung, die nach verschiedenen Autoren bei der Steinbildung eine bedeutende Rolle spielen sollen, und endlich trotz des Vorhandenseins eines Fremdkörpers waren weder Anzeichen für eine Kotsteinbildung noch ein Stein selbst vorhanden. Andererseits schreibt aber Zorn an selber Stelle von einer Zahnbürstenborste als Kern eines Kotsteines und vertritt die Meinung, ebenso wie Sprengel und Ramstedt, daß nur höchst selten kleine verschluckte Gegenstände den Kern des Konkrements bilden können.

Es wird sich ja in diesen seltenen Fällen auch meist nur um Inkrustationen handeln, also lediglich um eine Anlagerung von dickbreiigem Kot abweichend von dem sonstigen kolloidchemischen Geschehen bei der echten Kotsteinbildung.

Es steht schließlich einwandfrei fest, daß das Verhältnis zwischen den gefundenen freien Fremdkörpern einerseits und den inkrustierten Fremdkörpern andererseits ein derartig ungleiches ist, daß wir fast in letzterem Falle von einem Zufall sprechen können. Bringt man das Ergebnis des eben erwähnten Verhältnisses in Beziehung zu der ohne Fremdkörperinhalt gefundenen Kotsteinzahl, so glauben wir immer mehr

und mit Recht die Fremdkörpertheorie bei der Kernbildung in Kotsteinen verwerfen zu müssen.

Immerhin glauben Pick und unter ihm Neumann auf Grund ihrer angestellten Untersuchungen die Ansicht vertreten zu können, daß gewisse Härchen als Steinzentrum eine Rolle spielen würden. Nach ihren Feststellungen fanden sich bei einem Material von 1847 operierten Wurmfortsätzen 544 Kotsteine, davon bei 170 im Stein ein Haar, 14 mal Haare frei im Appendixlumen ohne Kotstein, also in 184 Fällen Härchen überhaupt im Appendixlumen. Damit ist unseres Erachtens zwar in einem Teil der Fälle die Möglichkeit gegeben, daß Härchen bei der Steinbildung irgendeine Rolle spielen können, aber es kann niemals daraus der Schluß gezogen werden, daß Fremdkörper in Form von Härchen überhaupt grundlegend für die Kernbildung eines Kotsteines sind; denn es hat sich auch nach Neumanns Untersuchungen gezeigt, daß die Härchen ein häufiges Vorkommnis überhaupt im Appendixlumen darstellen, daß aber immerhin bei Vorhandensein von insgesamt 184 Härchen in dem untersuchten Material 14 ohne Steinbildung blieben, ferner daß sich weitaus die Mehrzahl von Kotsteinen, nämlich 374, ohne irgendwelche Fremdkörper und ohne Härchen gebildet haben. Es müssen demnach trotzdem noch Momente, die unabhängig von Fremdkörpern sind, bei der Kernbildung mitspielen, und dies kann nur durch kolloidchemische Gesetze erklärt werden.

Auf Grund des Schrifttums fassen wir unsere Ansicht also kurz dahin zusammen, daß mechanische Momente bei der Steinbildung im Darmkanal eine begünstigende Rolle spielen können, daß aber diese allein nicht unbedingt zur Steinentwicklung führen. Auch die Anwesenheit von Fremdkörpern bedingt nicht notwendigerweise eine Kotsteinentwicklung, nicht einmal mit Sicherheit eine Inkrustation des Fremdkörpers. Aus dem Schrifttum ist nicht ersichtlich, wie es in all diesen Fällen mit dem Zustand der Wurmschleimhaut steht, ob Entzündungs- oder Reizerscheinungen bei einer Steinbildung immer vorhanden sind, oder ob auch Steinbildung allein ohne Beteiligung der Schleimhaut vorkommt. Man wird in Zukunft dieser Seite eine stärkere Beachtung zuwenden müssen, wie aus unseren folgenden Ausführungen zu erkennen sein wird.

Ehe wir jedoch unsere Auffassung mehr festlegen, sollen allgemeine Gesetzmäßigkeiten kolloidchemischer Natur bei Steinbildungen im Körper näher erörtert werden.

Die Abscheidung kristalloider Substanzen aus übersättigten Lösungen dürfte allgemein bekannt sein. Wir sehen dann die

Ausbildung mehr oder weniger zahlreicher Einzelkristalle. Je nachdem, ob wir den Prozeß langsam oder schneller verlaufen lassen, entstehen größere oder kleinere zusammenhängende Bodenschichten von kristallinischem Habitus. Niemals erzeugt man jedoch auf diesem Wege Steinformen, welche auch nur annähernd den pathologischen Konkrementen, die im menschlichen Organismus auftreten, ähneln. Schade hat als erster mit voller Klarheit dargelegt, daß Vorbedingung für diese Erscheinungsformen ein Gehalt an Kolloiden in der Lösung ist. Bestimmte Arten kolloider Körper haben nämlich die Eigentümlichkeit bei ihrer Ausfällung aus wässerigen Lösungen sich in scharf trennbare Schichten abzuscheiden [1]).

Läßt man z. B. eine Fibrinlösung in einem ruhig stehendem Gefäß zur Abscheidung kommen, so setzt sich dieser Eiweißkörper in Lamellenstruktur ab. Unter anderen Versuchsbedingungen kann beobachtet werden, daß die Absetzung dieses Eiweißkörpers in zeitlich getrennten Schichten erfolgt, indem aus hier nicht näher zu erörternden Gründen Schicht für Schicht sich nacheinander abscheidet und so eine Lamellenstruktur erzeugt. Diese Art der Fibrinabsetzung scheint gerade für die Konkrementbildung der menschlichen Pathologie von überragender Bedeutung zu sein. Es muß aber noch erwähnt werden, daß die Bänderung in einem Gel auch noch nachträglich durch Diffusion von anorganischen Salzen in die Gallerte entstehen kann. R. E. Liesegang hat diese Vorgänge der rhythmischen Fällung in Gallerten zuerst beobachtet und genauer bearbeitet. Er mißt diesem Vorgang in der belebten Natur eine große Bedeutung bei und neigt dazu, alle lamellären Strukturgebilde auf diesen Vorgang zurückzuführen, was unserer Ansicht nach nicht in dem Umfange wie Liesegang glaubt, zutreffend sein dürfte. Immerhin muß beachtet werden, daß bei Steinen sekundär durch Diffusion eine Lamellenstruktur erscheinen kann.

Suchen wir nun in der menschlichen Pathologie nach Erscheinungsformen, die eine Geschichte der Ablagerung er-

---

[1]) Es sei in diesem Zusammenhang erwähnt, daß nicht unbedingt organische Kolloide bei Steinbildungen vorhanden sein müssen. In der unbelebten Natur haben wir es fast immer mit anorganischen Kolloiden zu tun, wie z. B. Kieselsäure oder Eisenhydroxyd. In solchen Fällen übernimmt das anorganische Kolloid seiner räumlichen Anordnung nach die Rolle der Gerüstsubstanz. Schade hat auf die fast vollkommene Analogie der Harnsteine mit dem Karlsbader Erbsenstein und dem Lothringer Rogenstein hingewiesen (s. a. die Arbeiten von mineralogischer Seite Prof. Dölter und Cornu-Leoben).

kennen lassen, so begegnen wir ihnen außerordentlich häufig von seiten des Fibrins. Bekannt ist die Lamellenstruktur des abgeschiedenen Fibrins bei der Pleuritis, beim geschichteten Thrombus usw. Tatsächlich finden wir auch Steinbildungen rein organischer Natur, die zwar selten sind, aber immerhin doch als sog. Eiweißsteine für die menschliche Pathologie beschrieben sind.

Da jedoch fast alle Steinbildungen, welche häufig beobachtet werden, einen hohen Gehalt an Mineralien aufweisen, so erscheint unsere bisherige Darstellung dieser Vorgänge abwegig. Wir haben es jedoch in Krankheitszuständen nur ganz selten mit einer rein kolloiden Eiweißlösung zu tun, sondern fast immer besteht ein Nebeneinander von Kristalloiden und Kolloiden und es ist von größter Bedeutung, daß auch in solchem Fall der Vorgang der schichtweisen Ablagerung erhalten bleibt. Beide Stoffe werden zwar durchmengt, aber schließlich schichtweise so zur Ablagerung gebracht, daß ein kolloidales Gerüst entsteht, welches in seinen Maschen mit dem ausfallenden Kristalloid durchsetzt ist und zwar derart innig verbunden, daß es mikroskopisch nicht möglich ist eine Trennung der beiden Bestandteile durchzuführen (Schade). Wer sich einmal mit kolloidchemischen Problemen befaßt hat, wird verstehen, daß es dabei gleichzeitig zu beträchtlichen Konzentrationsverschiebungen zwischen Lösung und Sediment kommen kann und es kann kein Zweifel sein, daß die üblichen Betrachtungen über Löslichkeit, Übersättigungen, Sedimentbildungen in solchen Medien keine Anwendung finden dürfen.

Während sich die kolloidchemische Betrachtungsweise für das Wachsen und Entstehen der Gallen- und Nierenkonkremente schon mehr Geltung verschafft hat, ist man bei der Entstehung der Darmsteine weit zurückhaltender gewesen. Zunächst macht dort die Vorstellung Schwierigkeiten, daß es fast ausschließlich in bestimmten Darmabschnitten zur Steinbildung kommt, obwohl doch im gesamten Magen- und Darmkanal kolloide Substanzen in größerer Menge vorhanden sind um Gelegenheit dazu zu geben. Dazu muß gesagt werden, daß durch die zugeführte Nahrung irreversible Kolloidausfällungen kaum zustandekommen können, da alle Fermente der Darmsäfte in den oberen Abschnitten darauf abgestimmt sind, die eingeführten Kolloide zu zerschlagen. Schon deshalb wird der Darminhalt allein in den allerseltensten Fällen zur Steinbildung Anlaß geben, was in guter Übereinstimmung mit der klinischen Beobachtung steht. Es gibt jedoch in bestimmten Gegenden beim Menschen auffällige Häufung von großen

Kotsteinen, so z. B. bei der Landbevölkerung Schottlands. Sie muß zurückgeführt werden auf überreichliche Zufuhr von Haferkleienbrot; denn man findet in den Steinen 15—18% Haferkleie als organische Grundsubstanz, während die anorganische Masse aus Phosphorsäure, Ammoniak und Magnesia besteht. In diesem Zusammenhange sei auch auf die großen Darmsteine der Pferde, welche bisweilen einen Durchmesser von mehr als 15 cm haben, hingewiesen. Beim Menschen entstehen jedenfalls nur unter besonderen Umständen aus den Nahrungsmittelkolloiden echte Steine. In solchen Fällen müssen Substanzen vorhanden sein, welche von den Darmfermenten nicht völlig zerlegt, sondern nur zur Quellung und zum Verkleben gebracht werden. Auch sie werden im Darm aufgelockert und klebrig gemacht, entgehen jedoch der völligen Zerschlagung durch die Fermente. Es ist deshalb unseres Erachtens gar nicht so sehr verwunderlich, daß Härchen in Kotsteinen einen häufigen Befund darstellen, wie Pick und Neumann dargelegt haben. Dagegen muß ihrer Ansicht entgegengetreten werden, daß den Härchen für die Bildung des Steinzentrums eine entscheidende Bedeutung zukommt. Tatsächlich sind ja auch, wie Neumann gezeigt hat, Härchen im Appendixlumen überhaupt ein häufiges Vorkommnis. Würde man sein Augenmerk bei der Untersuchung auf andere Dinge lenken, etwa wie Kleiereste, so wird man mit gleichem Grund solche Substanzen für die Bildung des Steinkernes verantwortlich machen können. Es muß aber betont werden, daß vom kolloidchemischen Gesichtspunkt aus ein Kristallisationskern analog wie bei der Abscheidung der kristallinen Substanzen nicht unbedingte Voraussetzung für die Bildung eines Steines ist. Schließlich kann jedes Kotbröckelchen, eine Schleimflocke, ein Fibrinhärchen der zentrale Ausgangspunkt einer Steinentwicklung sein. Wichtig ist lediglich die rhythmische Abscheidung eines irreversiblen Kolloids, sei es nun Fibrin oder andere Eiweißstoffe und ein genügend langer Aufenthalt an dem Bildungsort. Nur insoferne spielen mechanische Momente eine Rolle. Die Kolloidsubstanz legt sich jedoch Schicht um Schicht um das Zentrum herum, die Lamellen schrumpfen durch Wasserentzug bzw. altern. Mit diesen Schüben gehen dann einher Diffusionsvorgänge, Formung durch mechanische Kräfte, Vorgänge die dann ihr übriges tun um jene Neuformen hervorzubringen, die uns in der menschlichen Steinpathologie entgegentreten.

In der Chirurgischen Universitätsklinik (Prof. Dr. Kappis) in Würzburg konnten wir einen Fall von Kotstein beobachten,

der unseres Erachtens auf Grund einer besonderen Struktur den Gedanken aufkommen läßt, daß auch dieser Stein in einer Weise entstanden sein könnte, die dem oben Dargelegten entsprechen würde. Es soll nun im Folgenden unsere Aufgabe sein zu untersuchen, ob diese Möglichkeit besteht, oder vielmehr, ob dieser Stein auf eine der oben beschriebenen Art und Weise entstanden ist, also kurz gesagt: Ist eine kolloidchemische Entstehung dieses Kotsteines möglich?

Es handelte sich im erwähnten Fall um den 37 Jahre alten A., der am 14. 12. 1935 in die obige Klinik zur Behandlung kam. Anamnestisch gibt der Kranke an, daß er 1930 nach starkem Zug an einer Presse, die plötzlich nachgab, einen ruckartigen Schmerz an der rechten Unterbauchseite spürte, der ungefähr $^1/_4$ Jahr lang leichte Beschwerden in Form von ziehenden dumpfen Schmerzen machte. Daraufhin sei er bis Anfang Dezember 1935 beschwerdefrei gewesen. Um diese Zeit begannen wiederum ziehende, dumpfe Schmerzen in der rechten Unterbauchseite. Am 13. 12. 1935 trat plötzliche Verschlimmerung ein, dazu kam dann noch Erbrechen und heftiger Durchfall. Temperatur 38,5°.

Die allgemeine Körperuntersuchung ergab keinerlei pathologischen Befund.

Örtlicher Befund: In der Mittellinie zwischen spina ant. sup. rechts und os pubis scharf umgrenzte Druckschmerzhaftigkeit. Mac Burney nicht wesentlich druckempfindlich. Loslassungsschmerz negativ, geringe Bauchdeckenspannung.

Röntgenologisch konnte in der rechten Hälfte des kleinen Beckens ein etwa birnförmiger und nicht ganz pflaumengroßer Kalkschatten zwei querfingerbreit von der Mittellinie entfernt festgestellt werden. Der Schatten bestand aus strahlig angeordneten Kalkplatten. Vermutliche Diagnose: Appendixstein.

Um irgendwelche Konkrementbildung von seiten des Urogenitaltractus auszuschließen wurde eine cystoskopische Untersuchung durchgeführt, die sowohl an der Blasenschleimhaut als auch bei der Ureterensondierung einen normalen Befund ergibt. Ein durchgeführtes intravenöses Pyelogramm war ebenfalls normal.

Im weiteren Krankheitsverlauf nahmen die Schmerzen zu, so daß am 15. 12. 1935 unter der mutmaßlichen Diagnose „Appendixstein" eine Laparotomie ausgeführt wurde. In der Bauchhöhle fand sich dabei trübes Reizexsudat in geringer Menge. Es ergab sich, daß der Wurmfortsatz stark mit der Umgebung verwachsen war. Die Appendix selbst wird in der typischen Weise nach Lösung der Verwachsung amputiert,

die Bauchhöhle unter Einlegung eines Gummirohrdrains in den Douglas verschlossen. Der Kranke wird am 11. 1. 36 als geheilt entlassen.

Der entfernte Wurmfortsatz hat eine Länge von 8,5 cm und an der Appendixwurzel eine Breite von 5,5 cm, in der Mitte eine solche von 3,5 cm. Die ganze Appendix erscheint sowohl in der Mitte als auch an der Wurzel als kleinfaustgroßer Tumor.

Eine an der amputierten Appendix durchgeführte Röntgenaufnahme zeigt denselben Kalkschatten, der auf der vordem gemachten Aufnahme zu sehen war.

Nach Eröffnung des Appendixlumens durch Längsschnitt wird ein Stein von kugelig-ovaler Form sichtbar, der ungefähr in der Mitte der Appendixlänge gelegen ist. Die Größenverhältnisse des Steines sind: 3,5 cm lang, 2,0 cm breit und 2,0 cm im Durchmesser.

Der Stein, dessen Größe eben beschrieben wurde, zeigt eine grobkörnige, gehöckerte Oberfläche von teils hellgrauer, teils tiefbrauner Farbe. Die Körnchen zeigen Stecknadelkopf- bis Linsengröße. Sie lassen sich ohne wesentliche Gewaltanwendung leicht abbröckeln. Die äußeren Schichten des Steines bestehen also aus zusammengeklumpten Körnchen von oben beschriebener Größe, welche unter sich leicht miteinander verklebt sind. Sie werden zusammengehalten durch eine schmierige Masse. Die nähere Untersuchung ergibt ein Gemenge von massenhaft Leukozyten, Detritus und Fibrin. Die einzelnen Körnchen selbst weisen beträchtliche Härte auf. Die mikroskopische Untersuchung ihrer Außenhülle ergibt eine kleingehöckerte Oberfläche von kotig brauner Farbe, welche mit einer filzartig anmutenden Schicht überzogen ist. Von einzelnen Körnchen wird ein Dünnschliff angefertigt. Man erkennt dabei Schichtungsbilder ganz analog den Stärkekörnchen, ohne daß das Schichtungszentrum Fremdkörpereinschlüsse erkennen läßt. Einige grobe Körnchen zeigen mehrere Schichtungszentren, welche zusammengeschoben und schließlich wieder von einheitlichen Schichten umgeben sind.

Die einzelnen Schichten zeigen einen starken Gehalt an Kalkkristallen, welche im Polarisationsmikroskop sowohl einfach brechend als auch doppelt brechend entsprechend der makroskopisch schon erkennbaren Schichtung angeordnet sind. Die Absetzung der einzelnen Schichten untereinander ist mehr oder weniger deutlich. Einige sind von braunen, kotfarbigen Säumen besonders markant abgesetzt. Im allgemeinen haben die Körnchen die Form eines länglichen Dreieckes mit abge-

rundeten Ecken (Stärkekörnchen), wobei das Zentrum der Schichtung in einer Ecke sitzt. Auffällig ist dann, daß alle kleinen Körperchen sich um den großen Stein in der Art richten, daß die Spitze dem Steinkern zu radiär gerichtet ist, während die breite Basis die Außenfläche bildet. Dieser Befund ist am ausgesprochensten in der Querachse des Gesamtsteines, also entsprechend dem seitlichen Wanddruck des Wurmes. Die Körperchen richten sich also entgegen diesem Drucke, während in der Längsachse des Steines, also in der Richtung des Wurmlumens, distal und proximal teilweise recht unregelmäßige Anlagerungen stattgefunden haben.

Der Gesamtstein ist nach dem Zentrum zu völlig fest. Auf dem Anschnitt findet man in beiden Achsenrichtungen deutlich konzentrische lamelläre Schichtung von wechselnder Dichte. Der Stein wird in verdünntem Kanadabalsam gekocht und kann dann bequem mit einer Laubsäge durchschnitten und angeschliffen werden, während er sonst in den Außenpartien Neigung zum bröckeligen Zerfall zeigt. Eine schmale Scheibe wird abgesägt und so dünn geschliffen, daß eine Betrachtung in der Durchsicht möglich ist.

Es ergibt sich nun folgendes Bild: Das Zentrum des Steines wird von einem ovaleren Kotstein von den Ausmaßen 10:6 mm gebildet. Sowohl in der Auf- als in der Durchsicht bietet er das Bild eine geschichteten Kotsteines. Das Zentrum dieses gesondert herausspringenden Kotsteines wird gebildet von einem runden Kern von ca. 2 mm Größe, welcher eine besondere Schichtung nicht erkennen läßt. Mikroskopisch besteht er aus kleinsten Kotpartikelchen und ist nur von wolkigen Trübungen durchzogen. Auch nach Aufhellung durch Xylol findet man keine besondere Struktur. Dieses Zentrum wird nun umschieden von verschiedenen dicken Kotschichten, welche sich lamellenartig um ihn herumlegen. Einlagerung von Kristallen, Doppelbrechung ist in diesem Gebiet nicht zu erkennen. Die Schichten sind im kleinen Durchmesser dünn und fest aneinander gepreßt, während sie im Längsdurchmesser an Dicke zunehmen und so den Kern zu der Form eines ellipsenförmigen Kotsteines vergrößern. Dieser nicht mit Mineralien durchsetzte, geschichtete „weiche" Kotstein wird wiederum umscheidet von einer ganzen Anzahl fester, dünner Lamellen, die im ganzen Umfang in ihrer Dicke ziemlich gleich bleiben. Diese Schicht ist teilweise dunkelbraun, teilweise hellbraun gefärbt. Die Lamellen sind außerordentlich dünn und weisen in kurzen Abständen lamelläre Verkalkungszonen in Richtung der Schichtenstruktur auf. Die Kalkeinlagerung be-

schränkt sich jedoch nur auf kurze Strecken. Eine regelmäßige Anordnung ist nicht vorhanden, wie besonders im Xylolaufhellungspräparat zu erkennen ist. Dieser Schicht, welche zu 0,5 mm gemessen wird, folgen nun treppenförmige Appositionen von wechselnder Größe. Sie entsprechen in Größe und Aussehen etwa den Körnchen der Oberfläche. Auf dem Anschliff erkennt man auch, daß sie lamelläre Struktur zeigen, bei teilweise sehr starkem Kalkgehalt, daß die beschriebene Richtung um einen Kern in gleicher Weise erfolgt ist bei gleicher Achsenrichtung. Man hat zunächst den Eindruck, daß die oben beschriebenen kleinen Körnchen an den Steinkern gepreßt worden sind und sich dann dort angebaut haben. Dieser naheliegende Deutungsversuch mußte aber abgewiesen werden, da sich zeigte, daß die einzelnen Lamellen dieser Säule immer in gleicher Höhe dieselben Farbringe aufwiesen. Es scheint also, daß von dem Steinkern aus sich unregelmäßig Säulen gebildet haben durch lamelläre Anlagerung, wobei die Breite der Säulen mit steigendem Wachstum zunahm, so daß sich schließlich die einzelnen Säulen berührten, und weiterhin sehen wir dann, daß sich nun um diese zusammenstoßenden Säulen wieder gemeinsame Lamellen darauf legen. An einzelnen Stellen sieht man deutlich, daß die oben beschriebenen Körnchen bis in diese Schicht vorgedrungen sind. Sie haben sich aber nicht mit dem Steinkern verschmolzen. Wie schon beschrieben, zeigen die Lamellen teilweise sehr starken Gehalt an geschichteten Kalkkristallen. Man findet jedoch ganze Säulen, welche lediglich aus organischen Lamellen bestehen. Andere zeigen wiederum nur streckenweise Einlagerung von Kalkkristallen. Die Ausprägung und Schichtung dieser Säulen ist am deutlichsten in den Partien, die der Wurmwand entgegenstehen, während nach den Lumina zu (distal und proximal) sowohl amorphe Kalkmassen als auch unregelmäßig geordnete organische Substanz anzutreffen ist.

Wenn man nun die Appendix selbst einer genaueren Untersuchung unterzieht, so kommt man zu folgendem Ergebnis.

Der histologische Schnitt durch die Appendix distalwärts von dem Stein ergibt eine mächtige Schicht des Muskelprotoplasmas, so daß man fast eine Muskelhypertrophie annehmen möchte. Es sind massenhaft mononukleäre Zellen vorhanden, während die Leukozyten stark in ihrer Zahl zurücktreten. Fibroblasten können nur in geringer Zahl, Bindegewebe überhaupt nicht nachgewiesen werden. Vereinzelt sind Herde mit massenhaft Leukozyten und Fibrinausscheidungen zu sehen. Ein Schnitt durch die Stelle, an der der Stein gelegen

war, zeigt fast dieselben Veränderungen in der Appendixwand. Lediglich das Muskelprotoplasma ist an Volumen nicht so stark verdickt wie distal. An der Schleimhaut kann keinerlei Druckatrophie festgestellt werden.

Auf Grund dieser Ergebnisse der histologischen Untersuchung der Appendix an verschiedenen Schnitten kommen wir zu der Diagnose: Subchronische Appendizitis mit akutem Schub.

Um einen einwandfreien Überblick über den Aufbau des Steines zu gewinnen ist es unbedingt notwendig, den Stein chemisch zu analysieren, und zwar Peripherie und Kern getrennt zu untersuchen. Wir konnten im zentralen Kern neben Koprosterin reichlich Kalzium und Phosphorsäure nachweisen, während die Peripherie in der Hauptsache aus organischem Material und Kalziumphosphat bestand.

Wenn wir nun zusammenfassend die Gesetze der Kolloidchemie, wie wir sie dargelegt haben, und die in unserem Falle gefundenen Untersuchungsergebnisse aufeinander anwenden, kommen wir zu folgendem Schluß und zu folgendem Entstehungsmechanismus des Kotsteines:

Der Kotstein kann sich nur entwickeln auf dem Boden einer chronischen Entzündung. In dem vorhandenen Stein sind zwei Wachstumsvorgänge abzulesen:

1. Zentral ist selbständig ein Kotstein entstanden der später Auswüchse bekommen hat.
2. Zwischen diesem Stein und der Schleimhaut haben sich selbständig zahlreiche kleinere Steine entwickelt, welche teilweise zusammengeflossen und selbständig weitergewachsen sind. Sie wurden durch den seitlichen Wanddruck — die Wurmwandmuskulatur ist schließlich noch erhalten — an den Steinkern herangepreßt.

Es erscheint zunächst auffällig, daß diese Körnchen sich nicht entsprechend ihrer größten Längsachse angeordnet haben. Nun ist es jedoch allgemeines Gesetz bei der Steinbildung, daß Kristalle die Tendenz zeigen, sich dem größten Drucke entgegenzurichten, d. h. eine strahlige Anordnung zu gewinnen versuchen, wie sie ja bei unserem Steine sowohl im Anschliff als auch im Röntgenbild erkenntlich wird. Nicht sicher ist festzustellen, ob es nicht an einigen Stellen zum Einbau solcher selbständiger Körnchen in den großen Stein gekommen ist; denn man sieht an einigen Stellen, daß die Lamellen nicht einen einheitlichen Ring an der Basis bilden, sondern plötzlich abbrechen. Andererseits zeigen einzelne Säulen eine derartig

gleichgefärbte Struktur, d. h. also helle und dunkle Ringe liegen stets in gleicher Höhe, so daß in diesem Falle damit gerechnet werden muß, daß die Schichtung an Ort und Stelle entstanden ist und nicht durch Einpressen von Körnchen. Ausgeschlossen ist es vom kolloidchemischen Standpunkte aus nicht, daß sich solche selbständige Körnchen jedenfalls vollständig in den Gesamtbau einbauen. Bei unserem Stein handelt es sich also um eine echte Steinbildung, bedingt durch eine chronische Entzündung. Es ist ein Konglomeratstein, der sowohl durch Schichtanlagerung, als auch durch Steinanlagerung gewachsen ist.

Zusammenfassend muß gesagt werden, daß die Entwicklung von Appendixkotsteinen auf kolloidchemischem Wege wohl möglich ist, ja sogar — wie es durch den vorliegenden Fall bestätigt wird, wahrscheinlich.

Auf dem Boden einer chronischen Entzündung bildet sich ein Steinkern selbständig. Dabei wirken sowohl die mechanischen als auch die entzündlichen Komponenten zusammen. Ist dann einmal dieser Kern entstanden, so ist es ein Leichtes, daß der Kotstein — den kolloidchemischen Gesetzen folgend — sich weiter aufbaut. Das notwendige Material — organisches Kolloid und anorganisches Kristalloid — ist ja immer vorhanden.

Zum Schlusse möchte ich nicht versäumen Herrn Dr. C. Reimers, z. Zt. Kanton (China) für die Anleitung zu dieser Arbeit und Herrn Prof. Dr. Seifert für die Übernahme des Referates dieser Arbeit bestens zu danken.

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, daß ich die Arbeit unter Anleitung des Prof. Dr. Reimers, z. Zt. Kanton (China) und Prof. Dr. Seifert selbständig angefertigt habe und außer den angegebenen Schriften keine weiteren Unterlagen benützt habe.

Schmalnau, den 10. Januar 1938.

Waldemar Wolter.

Schrifttum.

Aschoff, Ludw.: Der Kotstein im Wurmfortsatz. Münch. Med. Wochenschrift 1933.

Cohn, Max: Zur Frage der Beweglichkeit und Bewegung des Wurmfortsatzes. Fortschr. a. d. Gebiete der Röntgenstr. 1928.

Esau, P.: Fremdkörper in der Appendix. Zbl. f. Chir. 1929.

— Die Verweildauer von Fremdkörpern in der Appendix. Arch. f. Chir. 1921.

Henke-Lubarsch: Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie. Bd. 4.

Medizinische Kolloidlehre 1935.

Neumann, Rud.: Über Härchenbefunde in Kotsteinen, ein Beitrag zur Kenntnis ihrer Entstehung. Virchows Arch. f. patholog. Anatomie und Physiologie. 1925.

Pick, L.: Zur Genese der Kotsteine. Kli-Wo. 1925.

Pleuger, Rud.: Beitrag zur Kasuistik der Fremdkörperappendizitis. Münch. Med. Wochenschrift 1928.

Ramstedt: Über Fremdkörper im Wurmfortsatz. Mitt. Grenzgeb. Mediz. u. Chir. 1909.

Rössle: Beitrag zur Kenntnis der Pathologie der motorischen Apparate des Wurmfortsatzes. Mitt. Grenzgeb. Mediz. u. Chir. 1930.

Schade: Beitrag zur Konkrementbildung. Münch. Med. Wochenschrift 1911.

Schmidtlein, Ernst: Über die aktive Beweglichkeit und den Entleerungsmechanismus des Wurmfortsatzes. Fortschr. auf dem Geb. d. Röntgenstr. 1931.

Tobler, Th.: Zur Frage der Fremdkörperappendizitis mit besonderer Berücksichtigung der kolloidchemischen Entstehung von Appendixkonkrementen. Bruns Beitr. z. klin. Chir. 1927.

Wasserstrüdinger, O.: Appendixsteine. Zbl. f. Chir. 1925.

Westphal, Karl: Motilitätsvorgänge am Wurmfortsatz und ihre Bedeutung für die Pathologie. Mitt. Grenzgeb. Mediz. u. Chir. 1930.

— Bewegungsmechanismus, Resorption und Pathologie des Wurmfortsatzes. Mitt. Grenzgeb. Med. u. Chir. 1930.

— Appendizitis und Kotstein als Folge gestörter Appendixfunktion. Deutsche Mediz. Wochenschrift 1934.

Zorn, F.: Abgesprungenes Kasserolestück im Wurmfortsatz einer Bruchgeschwulst. Berlin. Klin. Wochenschrift 1909.

Lebenslauf.

Am 19. Mai 1908 wurde ich als zweites von vier Kindern in Würzburg geboren. Ich besuchte die Volksschulen in München, Deggendorf, trat dann in das hum. Gymnasium in Würzburg über und erhielt hier Ostern 1929 das Reifezeugnis. Ab Sommersemester 1929 studierte ich Medizin an der Universität Würzburg und bestand dort auch die medizinische Vorprüfung und das Schlußexamen. Meine Medizinalpraktikantenzeit verbrachte ich an den Kliniken der Universität Würzburg, dann war ich Volontär- bzw. Assistenzarzt am Städt. Krankenhaus Frankfurt/Oder und bin jetzt hauptamtlich am Amt für Volksgesundheit der NSDAP angestellt und versehe z. Zt. außerdem noch vertretungsweise eine Landpraxis in der Rhön. Seit einem Jahre bin ich verheiratet und habe einen Sohn.